Journal of Iranian Plant Protection Research
Vol. 35, No. 4, Winter 2022, P. 399-407

نشریه پژوهش‌های حفاظت گیاهان ایران (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، ص. ۴۰۷-۳۹۹

مقاله پژوهشی

ارزیابی اثرات قارچ‌کش‌های مختلف روی قارچ *Podosphaera leucotricha*، عامل بیماری سفیدک پودری سیب درختی

حسین کربلائی خیاوی[1*]- حسین خباز جلفایی[2]- حسین رمضانی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۲۸

چکیده

بیماری سفیدک پودری سیب یکی از مهمترین بیماری‌های سیب است که انتشار جهانی دارد و عامل بیماری آن، قارچ *Podosphaera leucotricha* Ell. Et Ev. می‌باشد. هدف از این مطالعه، تعیین میزان کارآیی قارچ‌کش بوسکالید + پیراکلواستروبین (بلیس® WG38%) (ساخت شرکت ب آ اس اف) (با دزهای ۰/۴، ۰/۷ و ۱ در هزار) در مقایسه با قارچ‌کش‌های تری‌فلوکسی‌استروبین + فلوپیرام (لوناسنسیشن® SC 500) (۰/۲ در هزار)، تری‌فلوکسی‌استروبین (فلینت® WG50%) (۰/۲ در هزار) و تری‌فلوکسی‌استروبین + تبوکونازول (ناتیوو® WG50%) (۰/۲ در هزار) برای کنترل بیماری سفیدک پودری سیب است. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار و هر تیمار با چهار تکرار در استان اردبیل اجرا شد. تیمارهای شاهد شامل تیمار با آب‌پاشی و تیمار بدون آب‌پاشی بودند. ده روز پس از مشاهده اولین علائم بیماری در تیمار شاهد از برگ‌ها نمونه‌برداری شد و درصد وقوع بیماری و درصد شدت بیماری محاسبه گردید. نتایج نشان داد قارچ‌کش‌های بلیس® با دز یک و ۰/۷ در هزار، لوناسنسیشن® ۰/۲ در هزار، ناتیوو® ۰/۲ در هزار و فلینت® ۰/۲ در هزار از کارآیی بالایی در کنترل بیماری سفیدک پودری سیب برخوردار بودند. کارآیی قارچ‌کش جدید بلیس® در دزهای یک و ۰/۷ در هزار به ترتیب معادل ۷۶ و۶۰ درصد به دست آمد. از آنجا که هر دو دز بلیس® کارآیی مطلوبی در کنترل بیماری دارند، لذا برای محافظت از سلامت کاربر قارچ‌کش، مصرف‌کننده محصولات سم‌پاشی شده و محیط زیست و همچنین کاهش هزینه‌ها، دز ۰/۷ در هزار توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: بوسکالید + پیراکلواستروبین، سیب، قارچ‌کش، کنترل شیمیایی، مقاومت

مقدمه

درخت سیب در ایران با سطح زیر کشت حدود ۲۵۰ هزار هکتار و تولید بیش از ۳/۴ میلیون تن محصول در سال ۱۳۹۵، از لحاظ میزان محصول، بعد از انگور (۳/۵ میلیون تن) دومین رتبه را در بین محصولات باغی به خود اختصاص داده است (۴). بیماری سفیدک پودری با عامل *Podosphaera leucotricha* یکی از مهمترین بیماری‌های سیب می‌باشد (۵، ۲۱ و ۲۴). قارچ بیمارگر می‌تواند به برگ، گل، میوه و سرشاخه‌ها حمله کند و باعث ریزش زود هنگام برگ‌ها و توقف رشد شاخه‌های مبتلا و در نتیجه کاهش محصول شود. در درختان به‌شدت آلوده سطح میوه نیز به صورت زنگار دیده می‌شود (۱۵). بیماری سفیدک پودری سیب اولین بار در سال ۱۸۷۷ توسط بسی از ناحیه‌ی ایوا و از داخل خزانه‌های بذری سیب که به عنوان پایه تهیه می‌شد، گزارش شده است (۵). قارچ *P. leucotricha* یک انگل اجباری است که به شکل میسلیوم در جوانه‌های خفته که در سال قبل آلوده شده‌اند، زمستان‌گذرانی می‌کند. در بهار، این میسلیوم‌ها با تولید کنیدی، برگ‌های جوان، شکوفه‌ها و گل‌ها را آلوده می‌کنند. این اندام‌ها موجب آلودگی ثانویه روی شاخه، جوانه، برگ، گل و میوه می‌شود (۱۵).

آلودگی به بیماری سفیدک پودری معمولاً در رطوبت نسبی بالای

۱ و ۳- به‌ترتیب استادیار پژوهش و کارشناس، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: hossein.karbalaei@yahoo.com)
۲- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

DOI: 10.22067/JPP.2021.32823.0

۷۰ درصد ایجاد می‌شود و در روزهایی که رطوبت کم است آلودگی معمولاً در شب و یا ساعات اولیه صبح وقتی که رطوبت بالا است به وقوع می‌پیوندد. دمای مورد نیاز برای ایجاد آلودگی بین ۱۰ تا ۲۵ درجه سلسیوس بوده و مطلوب‌ترین دما بین ۱۹ تا ۲۲ درجه سلسیوس می‌باشد. بر خلاف دیگر بیماری‌های ایجاد شده در برگ، برای ایجاد آلودگی به بیماری سفیدک پودری نیازی به خیس شدن برگ‌ها نیست. باوجود اینکه رطوبت بالا برای ایجاد آلودگی مورد نیاز است ولی اگر کنیدی‌های قارچ عامل بیماری در آب غوطه‌ور شوند جوانه نمی‌زنند. تحت شرایط بهینه، بیماری بعد از ۴۸ ساعت از شروع آلودگی قابل مشاهده است و بعد از حدود پنج روز اسپورهای عامل بیماری تولید می‌شوند (۲۲). مدیریت بیماری سفیدک پودری معمولاً بر پایه پیشگیری یا کاهش آلودگی اولیه است. مصرف قارچ‌کش‌ها باعث کاهش آلودگی اولیه و جلوگیری از آلودگی ثانویه در برگ‌ها و جوانه‌ها می‌شود (۱).

در دنیا قارچ‌کش‌های مختلفی برای کنترل بیماری سفیدک پودری سیب بررسی و معرفی شده‌اند. یکی از قدیمی‌ترین و رایج‌ترین قارچ‌کش‌ها سولفور است که برای کنترل این بیماری در دنیا مطرح و استفاده شده است (۶ و ۱۲) و در برنامه تولید محصول ارگانیک بسیار مورد توجه می‌باشد. اگرچه برخی از بررسی‌های اخیر از کاهش کارآیی این قارچ‌کش در کنترل بیماری حکایت می‌کند (۱۹). گوپتا و شارما در هندوستان کارآیی قارچ‌کش‌های هگزاکونازول، ایپریدیون+ کاربندازیم، پنکونازول، مایکلوبوتانیل، مانکوزب + کاربندازیم، تیوفانات متیل و سولفور را در کنترل بیماری سفیدک پودری سیب بررسی کردند که مایکلوبوتانیل، پنکونازول و هگزاکونازول مؤثرترین قارچ‌کش‌ها در کاهش شدت بیماری بودند (۱۰). در سال ۲۰۱۵ طی یک بررسی در ایتالیا کارآیی قارچ‌کش‌های تریادیمفون، فناریمول، دینوکاپ و سولفور مورد بررسی قرار گرفت که تریادیمفون و دینوکاپ بهترین کارآیی را در کنترل بیماری داشتند (۷). در بررسی دیگری در عمان تریفورین و تریادیمنول به عنوان دو قارچ‌کش مؤثر علیه سفیدک پودری سیب معرفی شده است (۱).

در ایران اولین بار در سال ۱۳۳۹ بنی‌هاشمی استفاده توأم هرس سرشاخه‌های آلوده و سم‌پاشی با گوگرد وتابل یا کاراتان® را جهت مدیریت بیماری سفیدک پودری سیب مؤثر دانست و پلی‌سولفور را به عنوان سم‌پاشی زمستانه توصیه نمود. فیلسوف و همکاران تأثیر قارچ‌کش‌های گوگرد وتابل، کاپتان®، دینوکاپ®، کالیکسین®، کاربندازیم®، توپسین ام®، دودین®، تریمیدال® و توپاس® را ارزیابی کرده و تریمیدال® و توپاس® را طی چهار بار سم پاشی (قبل از باز شدن جوانه‌ی گل، بعد از ریزش کامل گلبرگ‌ها، زمان فندقی شدن میوه سیب و سه هفته بعد همزمان با شدت آلودگی) به عنوان قارچ‌کش‌های برتر معرفی نمودند (۹). ایرانی و اشکان قارچ‌کش‌های گوگرد وتابل، تیوفانات متیل، بنومیل® و کاراتان® را در آذربایجان غربی مورد بررسی قرار داده و گوگرد وتابل و کاراتان® را طی دو نوبت سم‌پاشی (در زمان سبز کامل شدن غنچه‌ها و قبل از صورتی شدن جوانه‌های گل) برای کنترل سفیدک پودری سیب توصیه نمودند (۱۳). خباز جلفایی و همکاران نیز طی یک بررسی فلینت® و استروبی ®را برای کنترل بیماری سفیدک پودری سیب معرفی کردند (۱۸). کریمی شهری و حیدریان، ضمن مقایسه کارآیی قارچ‌کش تتراکونازول (دومارک®) با قارچ‌کش‌های فلینت®، استروبی® و توپاس®، قارچ‌کش‌های فلینت®، استروبی® و دومارک® را مؤثرتر از بقیه و در یک سطح مشاهده کردند (۱۴). آن‌ها سم‌پاشی را در سه نوبت (قبل از تورم جوانه‌ها، بعد از گل و دو هفته بعد) انجام دادند. حنیفه و همکاران در سال ۲۰۱۳ به دنبال بررسی کارآیی ناتیوو®، این قارچ‌کش را برای کنترل بیماری سفیدک پودری سیب مؤثر معرفی کردند (۱۱). در سال ۱۳۹۵ نیز خباز جلفایی و همکاران طی یک بررسی قارچ‌کش تری‌فلوکسی‌استروبین + فلوپیرام (لوناسنسیشن®) را برای کنترل بیماری سفیدک پودری سیب طی سه نوبت سم‌پاشی در فصل بهار (نوبت اول: غنچه‌ها در مرحله‌ی سبز کامل، نوبت دوم: اوایل مرحله صورتی‌شدن گل ها و نوبت سوم: ۱۰ روز پس از سم پاشی دوم) معرفی کردند (۱۷). در نهایت هم اکنون هشت قارچ‌کش شامل دینوکاپ (کاراتان®)، تیوفانات متیل (توپسین ام®)، تری-فلوکسی‌استروبین (فلینت®)، کرزوکسیم متیل (استروبی®)، تتراکونازول (دومارک®)، تری‌فلوکسی‌استروبین + تبوکونازول (ناتیوو®) و تری‌فلوکسی‌استروبین + فلوپیرام (لوناسنسیشن®) برای کنترل سفیدک پودری سیب درختی در کشور به ثبت رسیده و استفاده می‌شود (۱۶ و ۲۵). دسترسی تولیدکنندگان به قارچ‌کش‌های مؤثر از گروه‌های شیمیایی متنوع ضمن کمک به باغداران در جهت کاهش خسارت اقتصادی ناشی از بیماری، امکان بروز مقاومت عامل بیمارگر به قارچ‌کش‌ها را کاهش می‌دهد. در بررسی حاضر کارآیی قارچ‌کش جدید بوسکالید + پیراکلواستروبین (بلیس® WG38%) محصول شرکت ب آ اس اف در مقایسه با قارچ‌کش‌های تری‌فلوکسی‌استروبین + فلوپیرام (لوناسنسیشن® SC500)، تری‌فلوکسی‌استروبین (فلینت® WG50%) و تری‌فلوکسی‌استروبین + تبوکونازول (ناتیوو® WG50%) برای کنترل بیماری سفیدک پودری سیب مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

جهت انجام آزمایش، باغ سیب رقم زرد گلدن اسموتی دارای سابقه بیماری سفیدک پودری در استان اردبیل انتخاب گردید. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار (جدول ۱) و هر تیمار شامل چهار تکرار انجام شد.

هر تکرار شامل دو درخت سیب هم سن (۱۰ ساله) بود. بین

درخت‌های مورد آزمایش، یک درخت بدون تیمار جهت اجتناب از تأثیر تیمارها روی هم در نظر گرفته شد. تیمارها با استفاده از سم‌پاش موتوری لانس‌دار در سه نوبت به شرح زیر اعمال شد. نوبت اول: غنچه‌ها در مرحله سبز کامل، نوبت دوم: اوایل مرحله صورتی شدن گل‌ها، نوبت سوم: ۱۰ روز پس از سم پاشی دوم. ۱۰ روز پس از مشاهده اولین علائم بیماری در تیمار شاهد، از برگ ها برای ارزیابی درصد وقوع بیماری و شدت بیماری نمونه¬برداری شد (۱۸).

جدول ۱- تیمارهای آزمایش در بررسی کارآیی قارچ‌کش¬های مورد مطالعه برای کنترل بیماری سفیدک پودری سیب

Table 1- Experimental treatments in evaluating the effectiveness of studied fungicides for the control of apple powdery mildew

کد تیمار Treatment code	تیمارهای آزمایشی Experimental treatments	نام عمومی قارچ‌کش Common name of fungicide	میزان مصرف Consumption rate	ملاحظات Considerations
T1	بلیس® WG38% Bellis® WG 38%	بوسکالید + پیراکلواستروبین boscalid +pyraclostrobin	۰/۴ در هزار 0.4 ml L^{-1}	دز حداقل Minimum dose
T2	بلیس® WG38% Bellis® WG 38%	بوسکالید + پیراکلواستروبین boscalid +pyraclostrobin	۰/۷ در هزار 0.7 ml L^{-1}	دز توصیه شرکت Company recommended dose
T3	بلیس® WG38% Bellis® WG 38%	بوسکالید + پیراکلواستروبین boscalid +pyraclostrobin	یک در هزار 1 ml L^{-1}	دز حداکثر Maximum dose
T4	فلینت® WG50% Flint® WG 50%	تری‌فلوکسی‌استروبین Trifloxystrobin	۰/۲ در هزار 0.2 ml L^{-1}	دز ثبت شده برای بیماری سفیدک پودری سیب Recorded dose for apple powdery mildew
T5	ناتیوو® WG50% Nativo® WG 50%	تری‌فلوکسی‌استروبین + تبوکونازول Tebuconazole + Trifloxystrobin	۰/۲ در هزار 0.2 ml L^{-1}	دز ثبت شده برای بیماری سفیدک پودری سیب Recorded dose for apple powdery mildew
T6	لوناسنسیشن® SC 500 Luna Sensation® SC500	تری‌فلوکسی‌استروبین + فلوپیرام Trifloxystrobin+Flopyram	۰/۴ در هزار 0.4 ml L^{-1}	دز ثبت شده برای بیماری سفیدک پودری سیب Recorded dose for apple powdery mildew
T7	شاهد ۱: با آب‌پاشی Control 1: with sparying	–	–	–
T8	شاهد ۲: بدون آب‌پاشی Control 2: without spraying	–	–	–

تعیین درصد وقوع بیماری

برای این منظور از درخت‌های هر کرت به طور تصادفی ۱۰۰ برگ چیده و در کیسه‌های فریزر مجزا به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه نمونه‌ها بر اساس تعداد برگ‌های دارای علائم و فاقد علائم بیماری سفیدک پودری مشخص و طبق رابطه ۱ درصد وقوع بیماری در آن‌ها محاسبه شد.

$$PDI = (n_d/N)\times 100$$ رابطه ۱

PDI[1]: درصد وقوع بیماری در برگ‌ها، n_d: تعداد برگ‌های دارای علائم بیماری، N: تعداد کل برگ‌های شمارش شده

تعیین درصد شدت بیماری

برای تعیین درصد شدت بیماری روی برگ‌ها، ۱۰۰ برگ به طور تصادفی از درخت‌های هر کرت جدا و به آزمایشگاه منتقل شد. علائم روی هر برگ، بر اساس درصد تخمینی پوشش لکه روی سطح برگ از صفر تا هفت به شرح زیر درجه بندی شدند: درجه صفر: بدون علامت، درجه یک: ۰/۱ تا ۵ درصد، درجه دو: ۵/۱ تا ۱۵ درصد، درجه سه: ۱۵/۱ تا ۳۰ درصد، درجه چهار: ۳۰/۱ تا ۴۵ درصد، درجه پنج: ۴۵/۱ تا ۶۵ درصد، درجه شش: ۶۵/۱ تا ۸۵ درصد، درجه هفت: آلودگی برگ ها بیشتر از ۸۵ درصد (۲۳).

سپس با استفاده از رابطه ۲ درصد شدت بیماری تعیین شد:

$$PDS = \Sigma (ni\times vi) / V\times N\times 100$$ رابطه ۲

در این فرمول PDS[2]: درصد شدت بیماری، ni: تعداد نمونه‌های با درجه آلودگی مشابه، vi: درجه بیماری مربوط به هر نمونه، N : تعداد کل نمونه مربوط به هر تکرار و V: حداکثر درجه آلودگی

تجزیه آماری داده‌ها

1- Percent disease incidence

2- Percent Disease Severity

پس از محاسبه میزان درصد وقوع بیماری و نیز درصد شدت بیماری سفیدک پودری سیب برای هر کرت مقادیر مربوطه در نرم‌افزار آماری SAS تجزیه واریانس شد و مقایسه میانگین‌های هر دو صفت با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج

نتایج تجزیه‌ی واریانس داده‌های حاصل از ارزیابی برگ‌های درختان تیمار شده نشان داد که از نظر آماری اثر تیمارها بر کاهش درصد شدت بیماری و درصد وقوع بیماری معنی‌دار است (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های درصد وقوع بیماری و درصد شدت بیماری در سطح احتمال یک درصد نشان داد که قارچ‌کش‌های بلیس® یک و ۰/۷ در هزار، لوناسنسیشن® ۰/۲ در هزار، ناتیوو® ۰/۲ در هزار و فلینت® ۰/۲ در هزار از نظر کاهش شدت بیماری و نیز کاهش وقوع بیماری اختلاف معنی‌دار آماری با یکدیگر نداشته و همگی از کارآیی بالایی در کنترل بیماری سفیدک پودری سیب برخوردار بودند. براساس نتایج به‌دست آمده قارچ‌کش بلیس® با دز ۰/۴ در هزار از کارآیی ضعیفی در کنترل شدت و وقوع بیماری برخوردار بود و از نظر آماری با تیمارهای شاهد اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۳). همچنین نتایج حاصل نشان داد که میان تیمارهای شاهد (تیمار با آب‌پاشی و تیمار بدون آب‌پاشی) اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۳).

بحث

نتایج بررسی حاضر نشان داد که قارچ‌کش جدید بلیس® در هر دو دز یک در هزار و ۰/۷ در هزار از کارآیی بالایی در کنترل شدت بیماری برخوردار بوده است. بلیس® یک در هزار ۷۶ درصد و بلیس® ۰/۷ در هزار ۶۰ درصد شدت بیماری را نسبت به شاهد بدون آب‌پاشی کاهش دادند. کارآیی دز ۰/۴ در هزار بلیس® ضعیف‌تر از سایر تیمارهای قارچ‌کش بود و اختلاف آماری معنی‌داری با آنها داشت. قارچ‌کش لوناسنسیشن® ۰/۲ در هزار از کارآیی بالایی در کنترل شدت بیماری (۸۰ درصد) برخوردار بود. در راستای تحقیق حاضر، خباز جلفایی و همکاران طی یک بررسی لوناسنسیشن® را قارچ‌کشی مؤثر و کارآمد برای کنترل بیماری سفیدک پودری سیب معرفی کرده‌اند (۱۷). در آمریکا، لوناسنسیشن® برای کنترل سفیدک پودری سیب توصیه می‌شود (۲۰). همچنین تیمار ناتیوو® در کنترل شدت بیماری موثر بود، اگرچه از لحاظ آماری با بلیس® یک در هزار و ۰/۷ در هزار، لوناسنسیشن® و فلینت® اختلاف معنی‌دار آماری نداشت ولی کارآیی آن ۵۷ درصد و کمتر از سایر قارچ‌کش‌ها بود. قارچ‌کش فلینت® نیز با ۶۴ درصد از کارآیی خوبی برخوردار بود. خباز جلفایی و همکاران نیز کارآیی این قارچ‌کش را در کنترل بیماری سفیدک پودری سیب مورد ارزیابی قرار دادند که نتایج آنها بیانگر کارآیی خوب این قارچ‌کش در کنترل بیماری مذکور بود (۱۷). بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده در بررسی حاضر می‌توان گفت کلیه قارچ‌کش‌های مورد بررسی شامل بلیس® با دز یک در هزار و ۰/۷ در هزار، لوناسنسیشن® ۰/۲ در هزار، ناتیوو® ۰/۲ در هزار و فلینت® ۰/۲ در هزار همگی از کارآیی خوبی در کنترل بیماری سفیدک پودری سیب برخوردار هستند. لازم به ذکر است از آنجا که هر دو دز یک در هزار و ۰/۷ در هزار بلیس کارآیی مشابهی در کنترل شدت بیماری دارند، برای محافظت از سلامت کاربر قارچ‌کش، مصرف‌کننده محصولات سم‌پاشی شده و محیط زیست و همچنین کاهش هزینه‌ها، دز ۰/۷ در هزار آن ارجحیت دارد.

بلیس® با ماده مؤثره ۲۵/۲ درصد بوسکالید + ۱۲/۸ درصد پیراکلواستروبین یک قارچ‌کش سیستمیک و محافظتی است. بوسکالید جزو گروه SDHI (بازدارنده‌های سوکسینات دهیدروژناز) بوده و با تأثیر در تنفس قارچ بیمارگر از طریق بازدارندگی اسید سوکسینیک در آنزیم دهیدروژناز (SDHI) از انتقال یون‌های منفی هیدروژن به گیرنده‌های الکترون جلوگیری می‌کند. ریسک مقاومت به این گروه از قارچ‌کش‌ها متوسط و مدیریت مقاومت در مورد آنها لازم است. پیراکلواستروبین در گروه QoI (بازدارنده‌های خارجی کوئینون‌ها) قرار دارد. این قارچ‌کش با تأثیر روی زنجیره تنفس میتوکندریایی، جوانه-زنی اسپور و رشد میسلیوم را متوقف می‌کند. ریسک مقاومت به این قارچ‌کش‌ها بالا می‌باشد و نیازمند مدیریت در استفاده برای ممانعت از بروز مقاومت است (۲). بر این اساس بلیس® در گروه‌بندی FRAC در کد ۷ و ۱۱ قرار دارد بدین معنی که هر جمعیت از قارچ‌ها می‌تواند به‌طور طبیعی به این قارچ‌کش مقاوم شود. چنانچه این گروه از قارچ‌کش‌ها به‌طور مکرر و انحصاری در برنامه‌ی سم‌پاشی قرار گیرند می‌توانند باعث بروز جمعیت مقاوم در قارچ‌ها گردند که در این صورت دیگر بیماری با این قارچ‌کش‌ها قابل کنترل نخواهند بود. بیش از دوبار نباید از بلیس® به‌طور متوالی استفاده کرد. بعد از دو بار سم‌پاشی مداوم با بلیس® لازم است از قارچ‌کشی با گروه مقاومت تقاطعی متفاوت استفاده شود (۳). اندکس[1] PHI برای این قارچ‌کش ۲۱ روز است یعنی حداقل باید بین آخرین سم‌پاشی با این قارچ‌کش و برداشت محصول ۲۱ روز فاصله باشد.

لوناسنسیشن® یک قارچ‌کش سیستمیک با دامنه اثر وسیع است که از ۲۱/۴ درصد تری‌فلوکسی‌استروبین، ۲۱/۴ درصد فلوپیرام و ۵۷/۲ درصد مواد همراه تشکیل شده است (۳). تری‌فلوکسی‌استروبین، همانند پیراکلواستروبین متعلق به گروه QoI (بازدارنده‌های خارجی کوئینون‌ها)، زیرگروه اکسی‌آمینواستات‌ها است که ریسک بروز مقاومت به آنها بالا می‌باشد (۸). فلوپیرام نیز همانند بوسکالید متعلق به گروه پیریدنیل اتیلن‌بنزآمیدها است که باعث بازدارندگی اسید

1- Minimum pre-harvest interval

سوکسینیک در آنزیم دهیدروژناز (SDHI) می‌شود. ماده مؤثره قارچ‌کش فلینت® نیز تری‌فلوکسی‌استروبین می‌باشد به همین دلیل ریسک بروز مقاومت به آن بالا می‌باشد (۸). قارچ‌کش ناتیوو® نیز از ترکیب تری‌فلوکسی‌استروبین با تبوکونازول حاصل شده است. تبوکونازول در گروه DMI (بازدارنده‌های دمتیلاسیون) قرار دارد که ریسک مقاومت به آنها متوسط است. بنابراین بخش مهمی از قارچ‌کش‌های ثبت شده برای کنترل بیماری سفیدک پودری سیب در کشور (شامل قارچ‌کش‌های لوناسنسیشن®، ناتیوو®، فلینت® و قارچ‌کش جدید بلیس®) عمدتاً حاوی قارچ‌کش‌های با ریسک مقاومت متوسط تا بالا است. بررسی حاضر نشان داد با توجه به تأثیر بالایی که این قارچ‌کش‌ها از خود نشان دادند به نظر می‌رسد هنوز مقاومت به قارچ‌کش‌های لوناسنسیشن،® ناتیوو® و فلینت® که قبلاً در باغ‌های سیب کشور استفاده شده و می‌شود، رخ نداده است. بنابراین جهت اجتناب از بروز مقاومت احتمالی در آینده روی عامل سفیدک پودری سیب می‌بایست این قارچ‌کش‌ها در تناوب با همدیگر و با قارچ‌کش‌های ثبت شده برای این بیماری استفاده شوند. قارچ‌کش جدید بلیس® نیز به متنوع‌تر شدن سبد قارچ‌کشی این بیماری کمک می‌کند.

جدول ۲- تجزیه واریانس درصد شدت بیماری و درصد وقوع بیماری سفیدک پودری سیب

Table 2- Analysis of variance of percentage of disease severity and incidence of apple powdery mildew disease

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Df	میانگین مربعات Mean square درصد شدت بیماری Percentage of disease severity	 درصد وقوع بیماری Percentage of disease incidence
بلوک Bolck	3	49.55	22.10
تیمار Tratment	7	613.05**	1364.70**
خطا Error	21	35.59	74.63
کل Total	31	–	–
ضریب تغییرات (٪) CV	–	29.79	31.35

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

**: Significant at level of $P < 0.01$

جدول ۳- مقایسه میانگین درصد شدت بیماری و درصد وقوع بیماری سفیدک پودری سیب

Table 3- Comparison of the mean percentage of disease severity and incidence of apple powdery mildew

تیمار Treatment	میانگین درصد شدت بیماری* The mean percentage disease severity*	میانگین درصد وقوع بیماری* The mean percentage of disease incidence*
لوناسنسیشن® SC500 به میزان ۰/۲ در هزار Luna Sensation® SC500 (0.2 ml L^{-1})	7.12b	9.32d
بلیس® WG38% با دز ۱ در هزار Bellis® WG 38% (1 ml L^{-1})	8.52b	8.47d
فلینت® WG50% به میزان ۰/۲ در هزار Flint® WG 50% (0.2 ml L^{-1})	12.61b	20.66d
بلیس® WG38% با دز ۰/۷ در هزار Bellis® WG 38% (0.7 ml L^{-1})	14.25b	19.55cd
ناتیوو® WG50% به میزان ۰/۲ در هزار Nativo® WG 50% (0.2 ml L^{-1})	15.07b	18.22cd
بلیس® WG38% با دز ۰/۴ در هزار Bellis® WG 38% (0.4 ml L^{-1})	22.28a	36.77cd
شاهد ۱: بدون آب‌پاشی Control 1: No sparrying	35.60a	58.26ab
شاهد ۲: با آب‌پاشی Control 2: With sparrying	38.77a	49.12a

* میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد)

پیشنهادها

از آنجا که قارچ‌کش‌های بلیس® WG38% با دز یک در هزار و ۰/۷ در هزار، لوناسنیشن® SC500 با دز ۰/۲ در هزار، ناتیوو® WG50% با دز ۰/۲ در هزار و فلینت® WG50% با دز ۰/۲ در هزار از کارآیی خوبی در کنترل بیماری سفیدک پودری سیب برخوردار هستند، می‌توان طبق دستورالعمل مدیریت مقاومت به صورت تناوبی در نوبت‌های مختلف سم‌پاشی برای کنترل بیماری سفیدک پودری استفاده شوند. البته از آنجا که دز ۰/۷ در هزار قارچ‌کش بلیس® با دز یک در هزار آن از نظر میزان تأثیر روی شدت بیماری اختلاف معنی‌دار آماری ندارد، لذا در راستای کاهش مصرف قارچ‌کش‌ها، دز ترجیحی مصرف ۰/۷ در هزار می‌باشد.

منابع

1. Al-Rawashdeh Z. 2013. Ability of mineral salts and some fungicides to suppress apple powdery mildew caused by the fungus *Podosphaera leucotricha*. Asian Journal of Plant Pathology 7: 54-59.
2. Anonymus. 2009. FRAC cod list: Fungicides sorted by mode of action (including FRAC code numbering), Fungicides Resistance Action Committee, in: http:// www.frac.info/ [Accessed on 2018- 8-10].
3. Anonymus. 2015. UK safety data sheet. In: https://www.agricentre.basf.co.uk/go/Bellis [Accessed on 2018- 10-1].
4. Anonymus. 2016. Agricultural Statistics, Ministry of Jihad Agriculture .http://www.agri-jahad.ir
5. Behdad E. 1990. Diseases of Fruit Trees in Iran. Neshat Isfahan Publications. Pp. 293.
6. Berrie A.M., and Xu X.M. 2003. Managing apple scab (*Venturia inaequalis*) and powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) using Adem™. International Journal of Pest Management 49(3): 243-249.
7. Cacaj I., Kelmendi B., Shala N., and Rexhaj B. 2015. Chemical protection of apple against leaf powdery mildew and sustainability to pathogen cultivars according to EU standards. Academic Journal of Interdisciplinary Studies 4: 117-122.
8. Fernández O.D., Torés J.A., de Vicente A., and Pérez G.A. 2010. The QoI Fungicides, the Rise and fall of a Successful Class of Agricultural Fungicides. pp. 203-220 In: Carisse, O. (ed.), Agriculture and biological science "fungicides". Janeza Trdine, Rijeka. Inc. INTECH Open Access Publisher.
9. Filsouf F., Behdad A., and Hassanpour H. 1998. Study of apple powdery mildew disease and its chemical control in Semirom, 13th Iranian Plant Protection Congress, Karaj, P. 234.
10. Gupta D., and Sharma, J.N. 2005. Chemical control of powdery mildew of apple in warmer climates of himachal pradesh India. Acta Horticulture 696: 355-358.
11. Hanifeh S., Afzali H., and Yeganeh Kh. 2014. Evaluation of the effect of Nativo (Nativo WG 75%) on apple powdery mildew in comparison with common pesticides in West Azerbaijan province. Twenty-first Congress of Plant Protection, 1 to 4 September. Orumiyeh.
12. Holdsworth R.P. 1972. European red mite and its major predators: Effects of sulfur. Journal of Economic Entomology 65: 1098-1099.
13. Irani H., and Ashkan M. 1998. The effect of several fungicides to control powdery mildew on apple in West Azerbaijan province. 13th Iranian Plant Protection Congress, Karaj, P. 216.
14. Karimi-Shahri M., and Heydarian A. 2010. Investigation of the effect of tetraconazole fungicide on apple powdery mildew. Final report of Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center research project, Pp. 12.
15. Keliaei R., Khabbaz Jolfaei H., and Mirkamali H. 2002. Handbook of Pests, Diseases and Weeds, Agricultural Education Publishing, Karaj, Iran, Pp. 144.
16. Khabbaz Jolfaei H., and Azimi Sh. 2011. Guidelines for the correct use of Iranian pathogens in the control of plant diseases (scientific and applied), Iranian Plant Protection Research Institute, Pp. 311.
17. Khabbaz Jolfaei H., Karimi-Shahri M.R., Irani H., and Zaker M. 2016. Evaluation of the efficacy of Luna Sensation® 500 SC fungicide against *Podosphaera leucotricha*, the disease agent of apple powdery mildew. Final report of the research project of the Iranian Plant Protection Research Institute, Pp. 16.
18. Khabbaz Jolfaei H., Irani H., Karbalaei Khiavi H., Farrokh Eslamloo E., and Abidi A. 2002. Evaluation of the effect of Flint (WG 50%) and Strobi (WG 50%) fungicides and their comparison with common pesticides against apple powdery mildew. Final report of the research project of the Iranian Plant Protection Research Institute, Pp. 10.
19. Marine S.C., Yoder K.S., and Baudoin A. 2010. Powdery Mildew of Apple. The Plant Health Instructor. DOI:10.1094 (PH). J- 1010 – 1021 01. Virginia Polytechnic Institute and State University.
20. Pscheidt J.W., and Ocamb, C.M. 2016. Pacific Northwest Plant Disease Management Handbook [online]. Corvallis, OR: Oregon State University. http://pnwhandbooks.org/plantdisease.
21. Rather T.R., Bhat Z.A., Pandit B.A., Sheikh K., Malik A.R., and Ganai M.A. 2019. Bioefficacy studies of new

fungicide molecules (Proquinazid 20 EC) against powdery mildew of apple. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 8(1): 1963-1965.
22. Turechek W.W., Carroll J.E., and Rosenberger D.A. 2004. Powdery Mildew of Apple. www.nysipm.cornell.edu/factsheets/treefruit/diseases/pm/apple_pm.pdf.
23. Wang Y., Liu Y., He P., Chen J., Lamikanra O., and Lu J. 1995. Evalution of foliar resistance to *Uncinula nacator* in China wild *Vitis* species. Vitis 34(3): 159-164.
24. Wurms K.V., and Chee A.A. 2011. Control of powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) in apple seedlings using anhydrous milk fat and soybean oil emulsions. New Zealand Plant Protection 64: 201-208.
25. Yeganeh M. 2017. Pesticides Registered in Iran. Basir Shimi Pars. Pp. 47.

Journal of Iranian Plant Protection Research
Vol. 35, No. 4, Winter 2022, P. 399-407

نشریه پژوهش‌های حفاظت گیاهان ایران (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، ص. ۴۰۷-۳۹۹

Evaluation of Effect of Different Fungicides on Fungus *Podosphaera leucotricha*, the Causal Agent of Apple Powdery Mildew Disease

H. Karbalaei Khiavi[1]*– H. Khabbaz Jolfaee[2]– H. Ramazani[3]
Received: 23-09-2020
Accepted: 20-10-2021

Introduction: Apple (*Malus domestica*, Borkh) is considered one of the most common popular and favorite deciduous fruit trees cultivated in Iran. Various harmful factors affect the performance of this fruit. Apple powdery mildew disease is one of the most important apple diseases that has a worldwide distribution and causes disease and is caused by the fungus *Podosphaera leucotricha* Ell. Et Ev. This fungus is an obligate parasite and it can attack to leaves, flowers, fruits and twigs. In the beginning of spring the disease appeared on leaves which are the most susceptible organs. The disease appears on the upperside of infected leaf as powdery white lesions and eventually the infected part of leaf turn brown and infections on the underside of infected leaf result in chlorotic patches. Infected leaves become crinkle, curl and drop prematurely. Although blossom and fruit infections are less common, they are important because infected fruits are small and stunted if they do not drop. *P. leucotricha* survives the winter as mycelium in vegetative tissues or in infected flower buds. The primary infection starts when infected buds break dormancy and fungus resumes growth and colonizes developing shoots. Spores growing on infected shoots spread nearby and initiate secondary infections. Also it causes early loss of leaves and stop the growth of diseased branches and as a result, the loss of yield. In heavily infected trees, rust can be seen on fruit surface. Powdery mildew infection usually occurs at relative humidity above 70%, and on days when humidity is low, the infection usually occurs at night or in the early morning hours when the humidity is high. Although the use of effective fungicides can control the disease well but appearance of resistant strains of pathogens to reduce fungicide efficiency in controlling disease and producers' access to effective fungicides from various chemical groups, while helping gardeners to reduce the economic damage caused by the disease, reduces the possibility of pathogen resistance to fungicides. The aim of this study was to determine the efficacy of Boscalid + Pyraclovastrobin (Bellis ® WG38%) (Manufactured by BASF Co.) (With doses of 0.4, 0.7 and 1 ml L^{-1}) compared with Tri-floxystrobin + Fluopyram (Luna Sensation ®) (with a dose of 0.2 ml L^{-1}), Tri-floxystrobin (Flint ® WG50%) (0.2 ml L^{-1}) and Tri-floxystrobin + Teboconazol (Nativo ® WG50%) (With a dose of 0.2 ml L^{-1}) to control apple powdery mildew disease.

Materials and Methods: For the experiment, the apple orchard of Golden Smooth cultivar with a history of powdery mildew in Ardabil province was selected. The experiment was carried out in a randomized complete block design (RCBD) with 8 treatments and 4 replications. Control treatments were without any spraying and with water spraying. Treatments were applied at three stages (full green bud stage and followed up at pink flowers stage and 10 days after the 2nd spraying). Ten days after the first symptoms of the disease were observed on the control treatments, samples were taken from the sheets and the percentage of the disease incidence and disease severity percentage were calculated. After calculating the incidence and disease severity of apple powdery mildew for each plot, the corresponding values in SAS statistical software were analyzed and the means of both traits were compared by Duncan's multiple range test at one percent probability level.

Results and Discussion: The results of analysis of variance of the data obtained from the evaluation of the leaves of the treated trees showed that the effect of treatments on reducing the percentage of disease severity and disease incidence is statistically significant. The results showed that Bellis ® fungicide with a concentration of 0.1 and 0.7 ml L^{-1}, Luna Sensation ® 0.2 ml L^{-1}, Nativo ® 0.2 ml L^{-1} and Flint ® with a concentration of 0.2 ml L^{-1} had a high efficiency of controlling apple powdery mildew disease. The efficacy of new Bellis ® fungicide with concentrations of 1 and 0.7 ml L^{-1} was 76 and 60 percent, respectively. According to the obtained results, Bliss fungicide with a dose of 0.4 per thousand had poor efficacy in controlling the severity and occurrence of the disease and was not statistically significantly different from the control treatments. The results also showed that there was no significant difference between the control treatments (treatment with water spraying and treatment

1 and 3- Research Assistant Professor and Expert, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ardabil, Iran, respectively.
2 - Research Assistant Professor, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
(*- Corresponding Author Email: hossein.karbalaei@yahoo.com)
DOI: 10.22067/JPP.2021.32823.0

without spraying).

Conclusion: Because both Bellis ® concentrations are effective in controlling the disease, therefore in order to protect the health of the fungicide users, the consumer of sprayed products and the environment as well as reduction in costs, the preferred dose is 0.7 ml L^{-1}.

Keywords: Apple, Chemical control, Fungicide, Pyraclostrobin + Boscalid, Resistance